



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2001年 2月20日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2001-043278

[ ST.10/C ]: [ JP 2001-043278 ]

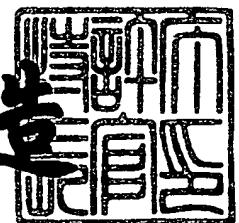
出 願 人  
Applicant(s): 日鉱金属株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2002年 2月15日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3008182

【書類名】 特許願

【整理番号】 H13-0101

【提出日】 平成13年 2月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C22C 9/00

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市白銀町一丁目1番2号 日鉱金属株式会社  
技術開発センター内

    【氏名】 山本 道晴

【特許出願人】

    【識別番号】 397027134

    【氏名又は名称】 日鉱金属株式会社

    【代表者】 賀川 鐵一

【代理人】

    【識別番号】 100096884

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 末成 幹生

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 053545

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9715307

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 曲げ加工性の優れた高強度チタン銅合金及びその製造法並びにそれを用いた端子・コネクタ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Tiを2.0質量%以上4.0質量%以下を含有し、残部が銅及び不可避不純物からなるチタン銅合金において、平均結晶粒径が $20\mu\text{m}$ 以下、かつbで表示される0.2%耐力が $800\text{N/mm}^2$ 以上で圧延方向に対し直角方向にW曲げ試験を行った際、aで表示される割れの発生しない曲げ半径比（曲げ半径／板厚）が、 $a \leq 0.05 \times b - 40$ となる曲げ加工性の優れた高強度チタン銅合金。

【請求項2】 Tiを2.0質量%以上4.0質量%以下を含有し、更にZn、Cr、Zr、Fe、Ni、Sn、In、Mn、P及びSiの1種以上を総量で0.01質量%以上3.0質量%以下含有し、残部が銅及び不可避不純物からなるチタン銅合金において、平均結晶粒径が $20\mu\text{m}$ 以下、かつbで表示される0.2%耐力が $800\text{N/mm}^2$ 以上で圧延方向に対し直角方向にW曲げ試験を行った際、aで表示される割れの発生しない曲げ半径比（曲げ半径／板厚）が、 $a \leq 0.05 \times b - 40$ となる曲げ加工性の優れた高強度チタン銅合金。

【請求項3】 平均結晶粒径が $3 \sim 20\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1または2に記載の曲げ加工性の優れた高強度チタン銅合金。

【請求項4】 最終再結晶焼鈍を $\alpha$ 相と $\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti}$ 相の境界線以下の温度で行って得られたことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の曲げ加工性の優れた高強度チタン銅合金。

【請求項5】 最終再結晶焼鈍を $\alpha$ 相と $\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti}$ 相の境界線以下の温度で行うことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の曲げ加工性の優れた高強度チタン銅合金の製造方法。

【請求項6】 最終再結晶焼鈍後冷却速度 $100^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上で冷却し、その後加工度 $5 \sim 70\%$ の冷間加工を施し、更に $300^\circ\text{C}$ 以上 $600^\circ\text{C}$ 以下の温度で1時間以上15時間以下時効処理を施すことを特徴とする請求項5に記載の曲げ加工性の優れた高強度チタン銅合金の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1～4 のいずれかに記載の曲げ加工性に優れた高強度チタン銅を用いた端子・コネクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は端子・コネクタ等の電子部品用に用いられる曲げ加工性に優れた高強度チタン銅合金及びその製造方法、更にそれらを用いた端子・コネクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

C1990等のチタンを含む銅合金（以下チタン銅合金）は、優れた加工性と機械的強度を有するため、電子部品用として端子・コネクタなどの用途で広く用いられている。一方、近年においては、電子部品の軽薄・短小化の進展が従前にもまして著しく、これに対応するため電子部品用の銅合金条にも、材料厚さが薄いことが要求されてきている。ところが、材料が薄くなったにもかかわらず、コネクタの接触圧等を維持するために材料自体の強度が高いことと、小さなスペースでその機能を果たすために部品の曲げ加工も小さな曲げ半径で施すことが要求されている。すなわち、チタン銅合金には、高導電率であることに加えて高強度で且つ曲げ加工性が良好であるという相反する特性が要求されている。

【0003】

さらに、携帯電話、デジタルカメラ、ビデオカメラ等高密度実装化の進展に伴い、電子部品用の端子・コネクタ、リードフレーム等の金属部材にも過酷でかつ複雑な曲げ成形が行われるため、高強度の他に加工性としてとりわけ曲げ加工性が良好であることが要求される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

こうした状況において、チタン銅合金の曲げ加工性及び応力緩和率を改善するために、結晶粒度を $20\mu\text{m}$ を越えない熱処理条件で溶体化処理を行う製造方法に関する報告（例えば特開平7-258803号公報）がなされている。ところ

が、近年の端子・コネクタ等の電子部品用に用いられる銅合金素材に対する曲げ加工性の要求に対して上記改善を行ったチタン銅でも、必ずしも満足できる曲げ加工性を有しているとはいえないのが現状である。チタン銅合金について要求を満足させるためには、強度と曲げ加工性の相関を改善することが必要であり、そのためにはチタン銅合金の製造方法も改善することが必要となる。

本発明はかかる点に鑑みて為されたものであり、チタン銅合金について曲げ加工性を低下させないで強度を向上させた端子・コネクタ材料を提供することを目的としている。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者等は、チタン銅合金の最終の再結晶焼鈍条件（溶体化処理条件）およびその後の冷間圧延条件及び時効処理条件を調整し、最終熱処理後に各特性値間の相関を調査することにより、曲げ加工性を低下させないで強度を向上させた特性を有するチタン銅合金素材を安定的に得ることを見出した。

#### 【0006】

本発明は上記知見に基づいてなされたもので、Tiを2.0質量%以上4.0質量%以下を含有し、残部が銅及び不可避不純物からなるチタン銅合金において、平均結晶粒径が $20\mu\text{m}$ 以下、かつbで表示される0.2%耐力が $800\text{N/mm}^2$ 以上で圧延方向に対し直角方向にW曲げ試験を行った際、aで表示される割れの発生しない曲げ半径比（曲げ半径／板厚）が、 $a \leq 0.05 \times b - 40$ となることを特徴としている。

#### 【0007】

また、本発明の他の特徴は、Tiを2.0質量%以上4.0質量%以下を含有し、更にZn、Cr、Zr、Fe、Ni、Sn、In、Mn、P及びSiの1種以上を総量で0.01質量%以上3.0質量%以下含有し、残部が銅及び不可避不純物からなるチタン銅合金において、平均結晶粒径が $20\mu\text{m}$ 以下、かつbで表示される0.2%耐力が $800\text{N/mm}^2$ 以上で圧延方向に対し直角方向にW曲げ試験を行った際、aで表示される割れの発生しない曲げ半径比（曲げ半径／板厚）が、 $a \leq 0.05 \times b - 40$ となるものである。

## 【0008】

以下、上記数値限定の根拠を本発明の作用とともに説明する。なお、以下の説明において「%」は「質量%」を意味するものとする。

A. Ti: 2.0~4.0%

TiにはCu-Ti合金を時効処理した際にスピノーダル分解を起こして母材中に濃度の変調構造を生成し、これにより非常に高い強度を確保する作用があるが、その含有率が2.0%未満では所望の強化が期待できず、一方4.0%を越えてTiを含有させると粒界反応型の析出を起こし易くなって逆に強度低下を招いたり、加工性を劣化したりする。よって、Ti含有量は2.0~4.0%と規定した。

## 【0009】

B. Zn, Cr, Zr, Fe, Ni, Sn, In, Mn, P, Si:

総量で0.01~3.0%

Cr, Zr, Fe, Ni, Sn, In, Mn, P及びSiは、いずれもCu-Ti合金の導電性を大きく低下させず粒界反応型析出を抑制し、結晶粒径を微細にし、さらに時効析出により強度を上昇させるなどの作用を有している。また、Sn, In, Mn, P及びSiは固溶強化によりCu-Ti合金の強度を向上させる作用を有している。したがって、必要に応じてこれらの元素が1種または2種以上添加されるが、その含有量が総量で0.01%未満では前記作用による所望の効果が得られず、一方総量で3.0%を越える含有量になるとCu-Ti合金の導電性及び加工性を著しく劣化させる。よって、1種の単独添加或いは2種以上の複合添加がなされるZn, Cr, Zr, Fe, Ni, Sn, In, Mn, P及びSiの含有量は、総量で0.01%~3.0%と定めた。

## 【0010】

ここで、上記添加元素のうちZnは、Cu-Ti合金の導電性を低下させずに半田の熱剥離を抑制する作用が期待できるため、特に好適に添加されるが、その含有量が0.05%未満では所望の効果が得られず、また2.0%を越えると導電性及び応力緩和特性が劣化する。よって、Znの含有量は0.05%~2.0%であることが望ましい。

## 【 0 0 1 1 】

C. チタン銅合金の特性

チタン銅合金が端子・コネクタ材として用いられるためには、特に、その材料強度と共に複雑な部品加工を施されて使用されるために曲げ加工性が重要である。部品設計をする際には、材料強度の指標である 0. 2 % 耐力と、材料板厚に対して種々の曲げ半径で曲げ加工を施したときの曲げ部の状況によって評価される曲げ特性とが考慮される。本発明者等は、近年の電子部品に要求される強度と板厚に応じた曲げ加工性を定量的に解析した結果、以下に示すように、両者をバランスさせた一定の尺度を見出した。

## 【 0 0 1 2 】

すなわち、本発明は、 $b$  で表示される 0. 2 % 耐力が  $800 \text{ N/mm}^2$  以上で圧延方向に対し直角方向に W 曲げ試験を行った際、 $a$  で表示される割れの発生しない曲げ半径比（曲げ半径／板厚）が、 $a \leq 0. 05 \times b - 40$  であることにより、高強度と曲げ加工性をバランスさせて近年の要求に応えることができるチタン銅合金を提供し得たものである。なお、チタン銅合金の 0. 2 % 耐力を  $800 \text{ N/mm}^2$  以上と規定したのは、 $800 \text{ N/mm}^2$  未満であると、チタン銅合金としての高強度特性を十分に生かし切れないからである。また、本発明において、結晶粒径の測定は J I S H 0 5 0 1 に準じて、切断法により求めた値を使用する。

## 【 0 0 1 3 】

チタン銅合金の強度を向上させるためには、合金元素の添加による固溶強化、時効処理温度を適正にして析出強化させること及び時効前の加工度を適正にした加工硬化による強化があり、従来はこれらを組み合わせることによって所望の材料特性を確保していた。ところが、こうした強化機構のみで強度を向上させると曲げ性が劣化し、所望とする材料特性の領域に達しない場合が生じた。そこで、本発明者等は種々の試験を実施したところ、結晶粒度に対して強度と曲げ特性の相関があり、0. 2 % 耐力と曲げ半径比の上記のような関係を得るためには、平均結晶粒径が  $20 \mu \text{ m}$  以下である必要があることを見出した。

## 【 0 0 1 4 】

なお、材料の強度を低下させずに曲げ特性を向上させるには、結晶粒度を厳密に規定し、かつ最終の再結晶焼鈍条件、冷間加工度及び時効処理温度を適正にする必要がある。また、本発明は、上記のようなチタン銅合金を用いた端子・コネクタでもある。

## 【 0 0 1 5 】

次に、本発明のチタン銅合金の製造方法は、最終再結晶焼鈍を図 1 に示す  $\alpha$  相と  $\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti}$  相の境界線 L 以下の温度で行うことで上記チタン銅合金を製造することを特徴としている。

## 【 0 0 1 6 】

本発明においては、最終の再結晶焼鈍条件とこれに続く冷間加工、更に時効処理の条件を規定することが基本となっている。最終の再結晶焼鈍条件はその後に続く加工を容易にするため、並びに材料の特性及び結晶粒度を調整するために行われる。

## 【 0 0 1 7 】

従来、結晶粒度が  $20\mu\text{m}$  を越えないチタン銅合金を製造するには、処理温度を Ti の固溶領域に定めて処理時間を適正にすることによって結晶粒度を調整する方法が取られている。しかしながら、高温短時間での溶体化処理により再結晶させる場合、結晶粒径の均一性が不十分なために、強度の向上は図れるものの曲げ加工性が悪くなるとともに特性のばらつきが生じ、 $20\mu\text{m}$  以下の結晶粒径にてチタン銅合金の高強度化の安定化を図ることは困難であった。

## 【 0 0 1 8 】

そこで、本発明者等は再結晶焼鈍に関する種々の試験を行った結果、各組成に対し、固溶－析出の境界である  $\alpha - (\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti})$  境界線 L 以下の温度、すなわち、含有する全ての Ti が Cu 中に固溶する温度領域ではなく、一部析出が起こる温度領域にて、平均結晶粒径が  $20\mu\text{m}$  を越えない時間再結晶焼鈍を行うと、強度を低下させないで曲げ加工性が良好であり、しかも特性のばらつきが小さいチタン銅合金を提供することができることを見出した。なお、 $\alpha - (\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti})$  境界線 L の温度  $y$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) については、簡略的に Ti 濃度を  $x$  (%) とし、 $y = 50x + 650$  で近似することができる。



なお、結晶粒が微細になれば曲げ加工性は良好になるが、平均結晶粒径が  $3\ \mu\text{m}$  未満になると、未再結晶部が残存することがあり、曲げ加工性が劣化することがあるため、平均結晶粒径は  $20\ \mu\text{m}$  以下、好ましくは  $3\sim 20\ \mu\text{m}$  とする。

## 【 0 0 1 9 】

また、再結晶焼鈍後の冷却速度を  $100^\circ\text{C}/\text{秒}$  以上とすることが望ましい。これは、冷却速度が  $100^\circ\text{C}/\text{秒}$  を下回ると冷却時にスピノーダル分解を起こして材料が硬化し、その後の加工が困難になるためである。このため、加熱炉を出た材料表面を水や気水によって冷却することが、上記冷却速度を確保しかつ材料を均一に冷却するために好ましい。

## 【 0 0 2 0 】

さらに、上記のような  $0.2\%$  耐力と曲げ加工性の特性の相関を得るには、再結晶焼鈍条件の他にその後の冷間加工度と時効処理条件を厳密に規定する必要がある。再結晶焼鈍された材料は、殆どの  $\text{Ti}$  が固溶され、冷間圧延によって加工された後、時効処理が施される。その冷間圧延時の加工度は、 $5\sim 70\%$  以下とすることが望ましい。これは、 $5\%$  未満の加工度では、加工硬化による強度の向上が小さいために所望の強度が得られず、一方、加工度が  $70\%$  を超えると時効処理条件を適正にすることによって高い強度は得られるものの、曲げ加工性が劣化して上記のような  $0.2\%$  耐力と曲げ加工性の特性の相関特性を得ることができないためである。

## 【 0 0 2 1 】

また、時効処理条件は  $300^\circ\text{C}$  以上  $600^\circ\text{C}$  以下であることが望ましい。これは、時効処理温度が  $300^\circ\text{C}$  未満であると十分に時効処理が施されずに材料強度が向上せず、一方、 $600^\circ\text{C}$  以上の温度にて時効処理を行っても固溶  $\text{Ti}$  量が多く（析出物量が少なく）、所望の強度が得られないためである。また、時効時間は、1 時間以上 15 時間以下であることが望ましい。これは、1 時間未満では時効による強度、導電性の向上が期待できず、一方、15 時間を超えると著しい過時効による強度低下が起こるためである。

## 【 0 0 2 2 】

以上のように、本発明は、時効硬化型銅合金であるチタン銅合金であって曲げ

加工性に優れた高強度のものであり、小型で優れた曲げ加工性、高強度が要求される端子・コネクタに適用される。また、端子・コネクタのコンタクトに加工前、又は加工後にめっき処理されても強度、曲げ加工性は殆ど劣化せず、本発明の効果は発揮される。

## 【 0 0 2 3 】

## 【実施例】

本発明を特に好ましい合金組成範囲を示す実施例により更に具体的に説明する。まず、電気銅あるいは無酸素銅を原料とし、高周波溶解炉にて表 1（実施例）及び表 2（比較例）に示す各種組成の銅合金インゴット（ $50\text{ mm}^t \times 100\text{ mm}^w \times 200\text{ mm}^l$ ）を溶製した。次に、これら各インゴットを  $850 \sim 950^\circ\text{C}$  の温度で 1 時間加熱後、熱間圧延を行い  $8\text{ mm}$  厚さの板を得た。なお、その際の熱間圧延後の材料温度は  $650^\circ\text{C}$  以上とし、熱間圧延後は材料を水冷した。次いで、板の表面の酸化層を研磨して除去後、圧延と再結晶焼鈍を繰り返し、適宜酸洗を行った後、表 1、2 の条件にて再結晶焼鈍（溶体化処理）を行った後、冷間圧延、時効処理を行い、 $0.2\text{ mm}$  厚さの材料を得た。なお、再結晶焼鈍後の冷却は熱処理後水中に投入することにより行った。この時の冷却速度は  $200^\circ\text{C}/\text{秒}$  以上であることを、材料表面に熱電対を取り付けることにより確認した。また、表中には、 $\alpha - (\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti})$  境界線の温度を前述した簡略式（ $y = 50x + 650$ ）にて求めた値を付記する。表 1 に示すように、本発明では  $\alpha - (\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti})$  境界線以下であって  $50^\circ\text{C}$  以内の温度で再結晶焼鈍を行った。

## 【 0 0 2 4 】

【表 1】

No.	組成 (単位: 質量%)		製造条件					
	Ti	その他	$\alpha - \alpha + \text{Cu}_3\text{Ti}$ 境界線の温度 (°C)	再結晶焼鈍条件		冷間圧延 加工度 (%)	時効処理条件	
				温度 (°C)	平均結晶 粒径 ( $\mu\text{m}$ )		加熱温度 (°C)	加熱時間 (時間)
1	3.2	-	810	770	10	50	380	6
2	2.9	-	795	750	5	40	400	6
3	2.6	-	780	750	5	40	420	6
4	2.4	-	770	750	5	40	420	6
5	3.5	-	825	770	10	50	400	6
6	3.0	-	800	770	10	50	400	6
7	2.9	Zn1.0	795	750	10	50	380	10
8	2.2	Sn0.21	760	750	10	30	380	10
9	2.5	Cr0.10	775	750	10	65	380	6
10	3.0	Zr0.15	800	770	10	60	380	6
11	3.2	Fe0.20	810	750	5	50	400	6
12	2.7	Ni0.30	785	750	10	50	380	6
13	3.2	In0.25	810	770	5	40	420	6
14	3.0	Mn0.10	800	750	10	50	380	10
15	3.1	P0.07	805	750	5	50	400	10
16	2.8	Si0.13	790	750	10	30	380	6
17	2.7	Zn0.70, Cr0.30, Zr0.15	785	750	5	60	380	6
18	2.7	Zn0.50, Fe0.15, P0.05	785	750	10	60	420	6
19	2.9	Zn1.2, In0.10, Fe0.16, P0.03	795	750	5	30	420	6
20	3.1	Sn0.15, P0.15	805	770	10	50	400	6
21	2.6	Mn0.15, P0.10	780	750	10	60	380	6
22	2.9	Zn0.80, Ni0.25, Si0.05	795	750	10	60	380	6
23	3.3	Zn1.1, Cr0.15, Zr0.05, Mn0.05	815	770	10	60	380	6
24	3.2	Zn0.1, Ni0.25, Sn0.15	810	770	10	60	380	6

特2001-043278

【0025】

【表 2】

No.	組成 (単位: 質量%)		製造条件					
	Ti	その他	$\alpha$ - $\alpha$ +Cu <sub>3</sub> Ti 境界線の温度 (°C)	再結晶焼鈍条件		冷間圧延 加工度 (%)	時効処理条件	
				温度 (°C)	平均結晶 粒径 ( $\mu$ m)		加熱温度 (°C)	加熱時間 (時間)
25	1.0	-	700	680	5	50	400	6
26	1.7	-	735	700	5	50	380	6
27	5.5	Ni0.50,P0.15	925	770	10	40	450	6
28	4.5	Zn0.50,Ni1.20,Sn0.50	875	770	10	40	400	6
29	2.8	Zn4.2,Ni1.30,Si0.40	790	750	10	40	380	6
30	3.1	Zn1.5,Ni1.50,Sn1.10,P0.30	805	750	5	50	380	10
31	3.0	-	800	810	25	50	380	6
32	2.9	-	795	850	30	60	380	6
33	3.2	-	810	750	10	80	360	2
34	2.7	Zn1.0,In0.30,P0.15	785	750	10	90	360	2
35	3.1	Zn1.5,Fe0.35,Mn0.15	805	750	5	60	200	6
36	3.1	Zn1.8,Sn0.50	805	750	10	50	450	50
37	3.0	-	800	770	10	50	650	0.5
38	2.9	-	795	750	10	40	450	0.5
39	2.8	-	790	750	5	50	200	50

## 【 0 0 2 6 】

上記一連の処理を施すことにより得られた材料から各種の試験片を採取して特性試験を行った。まず、ばね性及び強度を評価する尺度として引張試験を行うことによって、0.2%耐力、引張強さ及び伸びをJIS Z 2201及びZ 2241に従って測定した。次に、曲げ加工性については $10\text{ mm}^W \times 100\text{ mm}^L$ の寸法の試験片を圧延方向と直角に採取し、W曲げ試験(JIS H 3110)を各種曲げ半径で行い、日本伸銅協会技術標準JBTA T307:1999による評価基準でランクC以上の良好な曲げ部外観が得られる、割れの発生しない最小の曲げ半径比( $r/t$ :  $r$ ; 曲げ半径、 $t$ ; 試験片厚さ(板厚))を、曲げ部を光学顕微鏡により観察して求めた。この評価基準はランクA: しわ無し、ランクB: しわ小、ランクC: しわ大、ランクD: 割れ小、ランクE: 割れ大の5ランクに分けられ、Cランクの結果が得られた曲げ半径比より大きな曲げ半径比で曲げ試験を行った場合は、同等若しくはより良好なA~Cの外観が得られる。なお、W曲げ試験の曲げ軸は、曲げ特性が劣る圧延方向と平行方向(Bad Way)により評価した。また、曲げ半径は、曲げ中心から試験片の内周面までの距離とし、種々の曲げ半径を有する治具を用いて評価した。

## 【 0 0 2 7 】

表3(実施例)および4(比較例)に上記特性試験の結果を示す。本発明の実施例No. 1~24では、 $b$ で表示される0.2%耐力と、 $a$ で表示される割れの発生しない曲げ半径比(曲げ半径/板厚)が $a \leq 0.05 \times b - 40$ となり、高強度と曲げ加工性がバランスされた近年の要求に応えるチタン銅合金(評価: 良好)を得ることができた。これに対して、比較例No. 25~39は、以下に説明するように、本発明の要件を満たしていないため、0.2%耐力に対して、曲げ加工性が悪い等の問題が発生した。

## 【 0 0 2 8 】

No. 25, 26ではTi含有量が低いため、0.2%耐力が $800\text{ N/mm}^2$ 以上の高強度が得られない。No. 27, 28では、強度が本発明の実施例の合金より低く、曲げ半径比も大きく曲げ加工性が悪い。これは、Ti含有量が多すぎるために、強度向上に寄与しない粒界への析出が多く発生したため、引張試

験、曲げ試験の際に、粒界への析出物を起点にクラックが発生したためと考えられる。

#### 【0029】

N o. 29では、Z n量が多すぎる例、N o. 30は添加した副成分の総量が多すぎる例であり、これらはいずれも導電率が低く、曲げ加工性も悪い。N o. 31, 32は再結晶温度が高すぎる例であるが、 $20\mu\text{m}$ 以下の平均結晶粒径が得られず、高い0.2%耐力が得られなかった。また、本発明例における同レベルの0.2%耐力の合金例と比較すると曲げ半径比が大きく、曲げ加工性が悪い。なお、N o. 31は混粒組織であった。そのため、N o. 31の平均結晶粒径は $25\mu\text{m}$ とN o. 32より小さいが、曲げ半径比が3.0~5.0の範囲ではあった。なお、表4にはその最大値を記載した。

#### 【0030】

N o. 33, 34は冷間圧延の加工度が高すぎる例であるが、時効処理時間を他の例に比べて短くすることにより、高い0.2%耐力は得られたが、曲げ加工性が悪い。N o. 35は時効処理温度が低い例であるが、温度が低いため、時効処理が不十分で強度が低い。N o. 36は時効処理時間が長すぎる例であり、過時効状態となり、0.2%耐力が低下した。

#### 【0031】

N o. 37は時効処理温度が高すぎ、時効処理時間が短すぎる例であるが、時効処理温度が高すぎるため、T iの固溶量が多く、しかも時効処理温度が短いため、十分な0.2%耐力が得られなかった。N o. 38は時効処理時間が短い例であり、時効が不十分のため0.2%耐力が低い。N o. 39は時効処理温度が低い例であり、50時間という長い時効処理時間でも高い0.2%耐力が得られない。

#### 【0032】

以上のように、本発明の合金例では、適正な組成において、 $\alpha - (\alpha + \text{Cu}_3\text{Ti})$ 境界線以下の温度にて再結晶焼鈍（溶体化処理）を行い、その後の冷間圧延、時効処理を適正な条件で行うことにより、0.2%耐力と曲げ半径比の良好な関係が得られ、曲げ加工性を損なわず、高強度のチタン銅合金が得られる。こ

れに対して、比較例の合金はいずれも本発明の合金に比べて、0.2%耐力と曲げ半径比の良好な関係が得られず、バランスの良い材料が得られなかった。

【0033】

【表3】

No.	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	0.2%耐力 (b) (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	0.05 × b - 40	曲げ半径比 (r/t)	導電率 (% IACS)
1	1050	900	15	5.0	3.0	14.4
2	1030	880	17	4.0	2.0	14.3
3	1030	900	15	5.0	2.0	14.1
4	1020	900	16	5.0	2.0	14.3
5	1050	940	15	7.0	3.0	13.6
6	1070	960	14	8.0	3.0	13.2
7	1030	890	17	4.5	3.0	14.2
8	880	830	23	1.5	1.0	15.3
9	970	880	18	4.0	3.0	13.4
10	1010	900	17	5.0	3.0	14.4
11	1060	920	17	6.0	3.0	14.5
12	1030	910	15	5.5	3.0	14.5
13	1070	930	10	6.5	4.0	13.4
14	1040	910	15	5.5	3.0	13.4
15	1040	920	14	6.0	3.0	13.7
16	950	850	20	2.5	0.0	13.5
17	1110	950	8	7.5	4.0	14.7
18	1010	900	14	5.0	3.0	14.0
19	970	860	18	3.0	1.0	15.1
20	1060	940	10	7.0	3.0	14.0
21	990	900	12	5.0	4.0	14.4
22	1050	930	11	6.5	3.0	13.7
23	1080	990	8	9.5	4.0	14.7
24	1040	930	11	6.5	4.0	14.6

【0034】



【表 4】

No.	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	0. 2 %耐力 (b) (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	0. 0 5 × b - 4 0	曲げ半径比 (r / t)	導電率 (% I A C S)
2 5	6 8 0	6 0 0	1 1	—	5. 0	3 5. 0
2 6	7 9 0	7 1 0	8	—	5. 0	2 0. 3
2 7	7 5 0	7 2 0	1	—	8. 0	1 0. 4
2 8	8 0 0	7 5 0	2	—	7. 0	1 0. 3
2 9	9 6 0	8 6 0	8	3. 0	5. 0	8. 3
3 0	9 5 0	8 4 0	1 0	2. 0	5. 0	7. 1
3 1	8 5 0	7 6 0	2 5	—	5. 0	1 4. 3
3 2	8 8 0	8 0 0	2 0	0. 0	4. 0	1 4. 4
3 3	1 1 5 0	9 7 0	1 0	8. 5	> 1 0. 0	1 5. 3
3 4	1 1 8 0	9 9 0	1 5	9. 5	> 1 0. 0	1 5. 1
3 5	8 2 0	7 5 0	3	—	3. 0	1 2. 1
3 6	8 9 0	7 8 0	2 0	—	3. 0	1 5. 2
3 7	8 0 0	7 2 0	1 8	—	1. 0	1 5. 1
3 8	8 5 0	7 6 0	7	—	4. 0	1 2. 3
3 9	8 2 0	7 5 0	7	—	3. 0	1 2. 4

【 0 0 3 5】

## 【発明の効果】

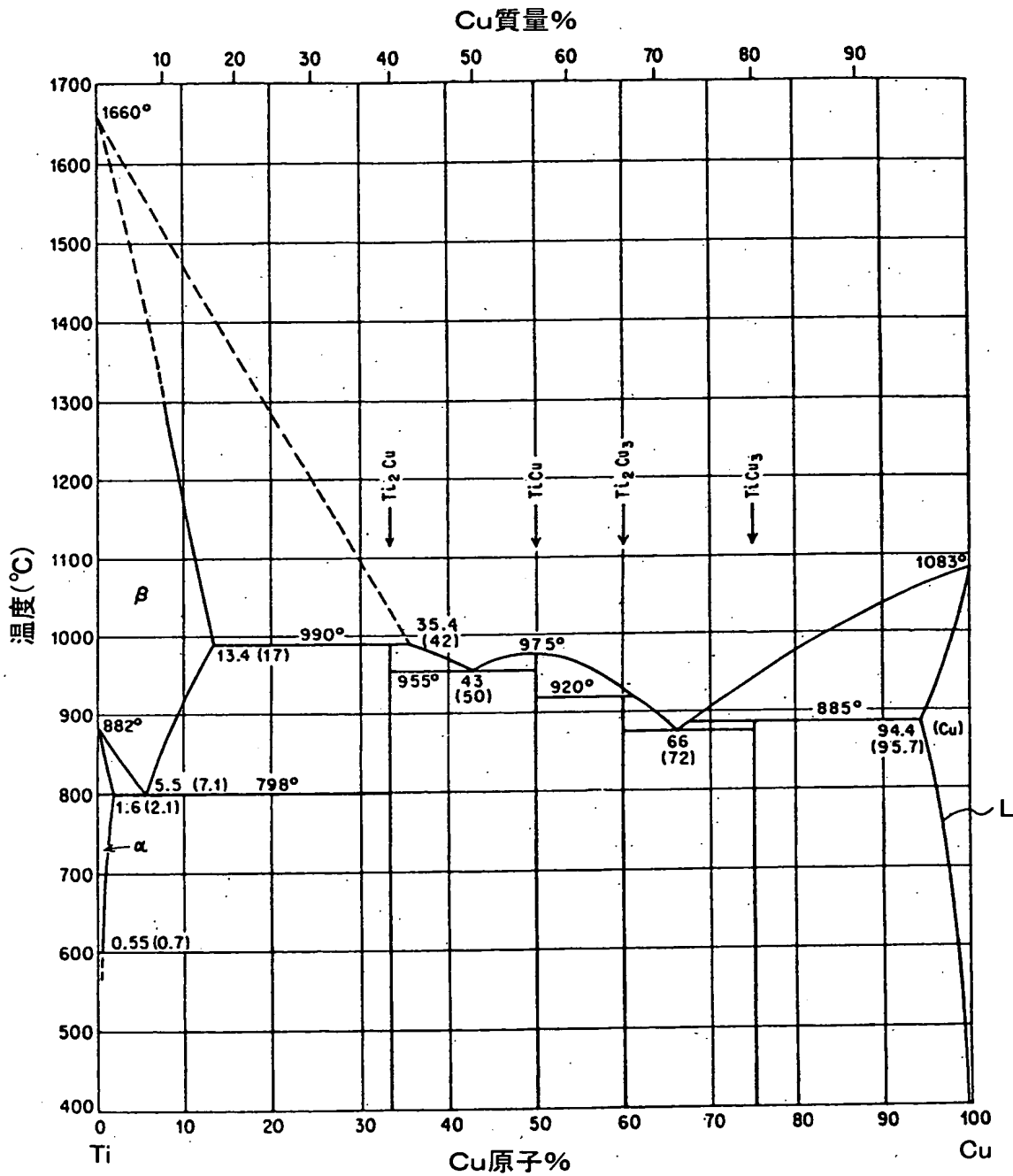
以上説明したように本発明によれば、曲げ加工性を損なわずに、チタン銅合金の高強度化が図れ、電子部品用の端子・コネクタ用として、要求されていた特性改善が図れ、信頼性の高い端子・コネクタ用の素材を供給することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 T i - C u 平衡状態図である。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 曲げ加工性を低下させないで強度を向上させたチタン銅合金を提供する。

【解決手段】 Ti を 2. 0 質量%以上 4. 0 質量%以下を含有し、残部が銅及び不可避不純物からなるチタン銅合金において、平均結晶粒径が  $20\ \mu\text{m}$  以下、かつ  $b$  で表示される 0. 2 %耐力が  $800\text{N/mm}^2$  以上で圧延方向に対し直角方向に W 曲げ試験を行った際、 $a$  で表示される割れの発生しない曲げ半径比（曲げ半径／板厚）が、 $a \leq 0. 05 \times b - 40$  となる。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [397027134]

1. 変更年月日 1997年 5月28日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号  
氏 名 日鉱金属株式会社